

Informatização do Monitoramento Agrometeorológico – Sistema Agritempo 1.0

Sônia Ternes¹

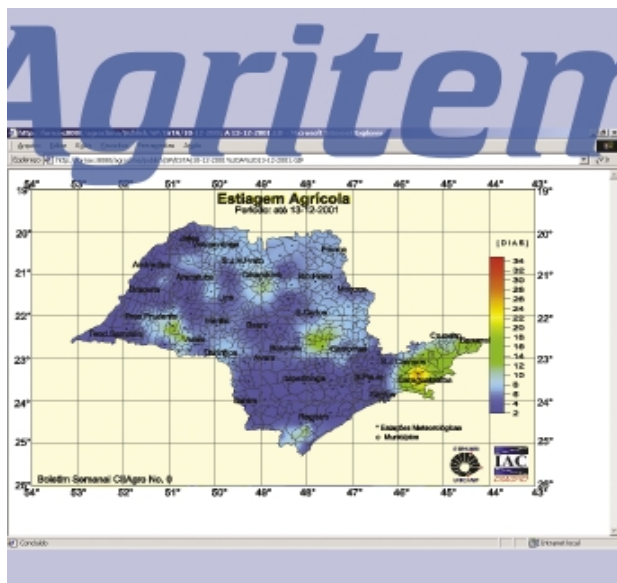
Edgard Henrique dos Santos²

Eduardo Delgado Assad³

Luciana Alvim Santos Romani⁴

Silvio Roberto Medeiros Evangelista⁵

Arnaldo Jovanini Montagner⁶



O *Agritempo*, Sistema de Monitoramento, foi desenvolvido pela Embrapa Informática Agropecuária (2002a) em parceria com o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas aplicadas à Agricultura (Cepagri) da Unicamp. O sistema é baseado na experiência de 11 anos de monitoramento agroclimático do IAC (1998) e permite, por meio da Internet, que os usuários tenham acesso a informações meteorológicas e agrometeorológicas de diversos municípios e Estados brasileiros.

O Agritempo foi desenvolvido no âmbito do projeto "Desenvolvimento e evolução de um Sistema de Monitoramento Agroclimatológico para o Estado de São Paulo" (Frassetto et al., 2002). Durante seu desenvolvimento, verificou-se que os dados climáticos de outros estados poderiam ser incorporados na primeira fase do projeto, por ter-se optado por um modelo de dados amplo, englobando características gerais de todos os estados brasileiros. Além disso, o sistema tem como infra-estrutura o serviço *World Wide*

Web (WWW) da Internet, a tecnologia Java™ Servlets de desenvolvimento e a plataforma Oracle de banco de dados (Oracle Corporation, 2002), facilitando a concepção e a expansão do uso do sistema para diferentes tipos de usuários.

No estágio atual, o sistema contém os dados de diversos Estados brasileiros pertencentes a instituições como o IAC, a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados são recebidos em formatos diferentes e passam por um processo de migração (Romani et al., 2002), incluindo a validação, para o banco de dados do sistema.

Através da Internet o usuário cadastrado no sistema tem acesso a um menu principal contendo operações de atualização (visualização, alteração e pesquisa) de dados de estações meteorológicas (nome da estação, latitude, longitude, localização) e dados climáticos diários (temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação), a geração de boletins agrometeorológicos e a visualização de mapas (estiação

¹ Dra. em Engenharia Elétrica, Pesquisadora da Embrapa Informática Agropecuária, Caixa Postal 6041, Barão Geraldo - 13083-970 - Campinas, SP. (e-mail: sonia@cnptia.embrapa.br)

² B.Sc. em Ciência da Computação, Técnico de Nível Superior II da Embrapa Informática Agropecuária, Caixa Postal 6041, Barão Geraldo - 13083-970 - Campinas, SP. (e-mail: edgard@cnptia.embrapa.br)

³ Dr. em Agroclimatologia e Sensoriamento Remoto, Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Caixa Postal 6041, Barão Geraldo - 13083-970 - Campinas, SP. (e-mail: assad@cnptia.embrapa.br)

⁴ M.Sc. em Ciência da Computação, Pesquisadora da Embrapa Informática Agropecuária, Caixa Postal 6041, Barão Geraldo - 13083-970 - Campinas, SP. (e-mail: luciana@cnptia.embrapa.br)

⁵ Dr. em Engenharia Elétrica, Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Caixa Postal 6041, Barão Geraldo - 13083-970 - Campinas, SP. (e-mail: silvio@cnptia.embrapa.br)

⁶ Bolsista CNPq, Aluno do 3.º ano do curso de Engenharia de Computação, Unicamp. (e-mail: arnaldo@cnptia.embrapa.br)

agrícola e climatológica, porcentagem de água disponível no solo, condições de manejo, de aplicação de defensivo e de colheita, temperaturas diárias, evapotranspiração potencial e real, precipitação, dias com chuva, deficiência e excedente hídrico, entre outros), que são gerados dinamicamente no momento da execução dos boletins.

O sistema foi desenvolvido para, além de informar o agricultor sobre a situação climática atual, alimentar a Rede Nacional de Agrometeorologia (2002) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, com informações básicas que orientam o zoneamento agrícola brasileiro.

O objetivo deste documento é relatar as principais características relativas à concepção e desenvolvimento do sistema Agritempo. Nas seções que se seguem são descritos os procedimentos envolvidos no desenvolvimento do protótipo, é mostrado o modelo de dados utilizado para construção da base de dados da versão 1.0, são descritos os 5 tipos de usuários do sistema e as ações disponíveis para o perfil *Instituição*, que possui acesso a todas as funcionalidades do sistema.

Protótipo

Com o intuito de esclarecer os requisitos iniciais do sistema, demonstrar a possibilidade e vantagens de se ter um sistema disponível com as características desejadas via Internet, além de exercitar o processo de desenvolvimento de software para web, desenvolveu-se durante dois meses um protótipo do Agritempo.

Assim, aplicou-se os conceitos básicos da metodologia conhecida por EP - Extreme Programming (2002), que pode ser resumida como um método disciplinado de desenvolvimento de software, adequada para projetos com requerimentos dinâmicos, equipe pequena e necessidade de desenvolvimento rápido. O EP tem como uma das principais características a figura do “cliente residente”, que atua constantemente com a equipe de desenvolvimento, visando fornecer respostas rápidas no que se refere a definição e priorização dos requisitos a serem implementados. Tal papel foi exercido pelo coordenador do projeto, que possui contato permanente com a equipe de desenvolvimento e as instituições parceiras.

Nas reuniões realizadas entre o cliente residente e a equipe de desenvolvimento, fazendo-se uso de rápidos “*brainstormings*”, definiu-se os seguintes requisitos:

- acesso a dados de estações meteorológicas cadastradas;
- acesso a dados climáticos diários através de métodos simples de pesquisa;
- utilização do Oracle 8i como banco de dados;

- geração de boletim agrometeorológico Resumido 1 (IAC, 1998);
- geração de mapas vinculada ao boletim.

O protótipo foi batizado com o nome de “Sistema de Informações Agrometeorológicas do Estado de São Paulo” (Embrapa Informática Agropecuária, 2002b) e as tecnologias utilizadas em seu desenvolvimento seguem a recomendação da plataforma J2EE – Java 2 Enterprise Edition. Assim, utilizou-se a tecnologia Java Servlet 2.3 (Sun Microsystems, 2002b), que fornece mecanismos para estender a funcionalidade de servidores *web*, através da linguagem de programação Java™, versão 1.4 (Sun Microsystems, 2002c), e permite o acesso a banco de dados com o uso da tecnologia JDBC⁷ (Java™ Database Component). Os programas construídos em linguagem Java™ chamam-se *servlets* e são executados sob o servidor de aplicações para responder a requisições do cliente.

No servidor de aplicações foi utilizado o *web container* Tomcat (Jakarta-Tomcat-3.3), que hospeda e gerencia a execução das diversas *servlets*, e é desenvolvido sob o projeto Jakarta (Apache Software Foundation, 2002).

O protótipo foi implementado com o uso de um modelo do tipo “3 camadas”: camada de aplicação (Java Servlet e código HTML, Hipertext Markup Language), camada de persistência (rotinas em linguagem Java™, englobando a tecnologia JDBC) e camada de banco de dados (Oracle 8i).

Os requisitos citados foram implementados, sem a preocupação de geração otimizada de código, sem procedimentos de validação de dados, sem preocupação com a interface com o usuário e com um modelo de dados bastante simples, com poucos relacionamentos, composto por apenas 3 tabelas de dados (dados de instituições, dados de estações e dados meteorológicos diários). Para a geração dos mapas foi encontrada uma solução simples e eficiente, que causou impacto positivo aos parceiros do projeto. No código fonte da aplicação em Java™ é chamada a execução de rotinas externas escritas em linguagem de comando da versão 6.04 do software Surfer (Golden Software, 1997). O procedimento de geração dos mapas (arquivos do tipo GIF) mostrou-se rápido. Os mapas gerados são armazenados em diretórios apropriados no servidor de aplicação e são acessados através de *links* nas tabelas do boletim Resumido 1.

O protótipo foi apresentado e validado numa reunião envolvendo técnicos das 3 instituições parceiras (Embrapa, IAC e Cepagri), quando também foram levantados os requisitos da versão 1.0 do sistema:

⁷ A tecnologia JDBC é uma API (*application interface*) que permite o acesso virtual a qualquer fonte de dados tabular através da linguagem de programação Java.

- acesso e inserção de dados de estações meteorológicas;
- acesso e inserção de dados climáticos diários e periódicos;
- pesquisa elaborada a dados climáticos;
- geração de boletins Resumido 1 e Balanço Hídrico;
- geração de mapas para todas as variáveis dos boletins;
- acesso restrito (com login e senha) ao sistema;
- definição de diferentes perfis de usuários, com restrição de acesso a funcionalidades do sistema;
- validação de dados climáticos antes da inserção no banco;
- inclusão dos dados dos Estados de Minas Gerais e São Paulo;
- interface amigável com o usuário.

Modelo de Dados

O primeiro passo no processo de desenvolvimento da versão 1.0 foi a especificação dos requisitos listados acima com base na metodologia UML — *Unified Modelling Language*TM (Object Management Group, 2002). Assim, foram definidos os atores do sistema e respectivos casos de uso, fluxo de ações e cenários alternativos. Os documentos gerados encontram-se disponíveis no BSCW⁸ (*Basic Support for Cooperative Work*), na área restrita às instituições parceiras do projeto.

A partir da especificação em UML foi desenvolvido o modelo de dados do sistema. Foram avaliadas exaustivamente as características de todos os Estados do Brasil de modo a se construir um modelo de dados amplo, eficiente em termos de acesso ao banco e flexível, garantindo que a inclusão de uma nova instituição ou Estado no sistema demande mínimas alterações nas tabelas criadas.

A Fig. 1 mostra o modelo de entidade e relacionamento desenvolvido para o Agritempo 1.0 com o uso da ferramenta ERwin 3.5 (Logic Works, 1998). Os nomes dos retângulos referem-se ao nome das tabelas criadas no banco de dados Oracle 8i versão 8.1.7. As principais tabelas são:

- *Instituicao*: proprietária de estações meteorológicas (Ex. IAC, CEMIG, INMET);

- *Estacoes*: estação meteorológica física, onde são coletados os dados climáticos diários ou horários (Ex: estação CAMPINAS, pertencente à instituição IAC);
- *ClimaDia*: contém os dados diários de estações meteorológicas. Por exemplo, para as estações do IAC tem-se os campos referentes a data, temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação, além do campo “daas” referente à disponibilidade máxima de água no solo, calculado pelo sistema a partir da precipitação diária e da evapotranspiração potencial⁹ (ETP); e
- *ClimaPer*: contém os dados horários de estações meteorológicas. Por exemplo, para as estações da CEMIG têm-se os campos referentes a data, hora, temperatura, precipitação, umidade relativa, vento a 2 m do solo, direção do vento, radiação solar e pressão atmosférica.

Na área do BSCW restrita ao projeto encontram-se disponíveis os documentos referentes ao modelo de dados construído com a ferramenta ERwin 3.5 e a descrição lógica de cada uma das tabelas da Fig. 1, e seus respectivos campos.

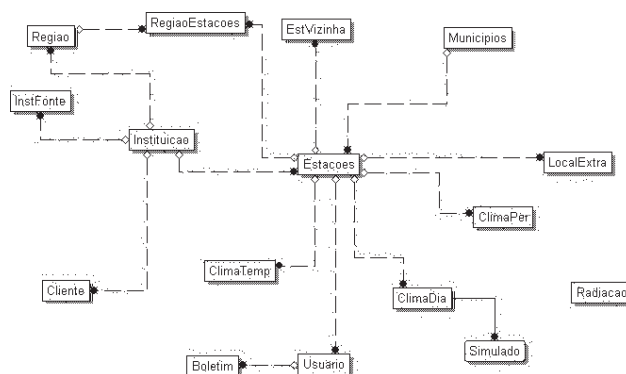


Fig. 1. Modelo entidade relacionamento do sistema Agritempo 1.0.

A versão 1.0 do sistema Agritempo foi implementada sob este modelo utilizando a mesma plataforma tecnológica do protótipo, e uma versão mais atualizada do servidor Tomcat (versão 4.0.4) na máquina servidora de aplicações.

Perfis de Usuários

O Agritempo 1.0 pode ser utilizado por 5 diferentes tipos de usuários. A menos do usuário do tipo *Visitante*, que

⁸ Servidor de áreas de trabalho compartilhadas, disponível em <http://www.cnptia.embrapa.br/bscw>.

⁹ Definida por Thornthwaite & Mather (1955) como a quantidade de água que evapora do solo e transpira das plantas, em um solo inteiramente vegetado, livremente exposto à atmosfera e às condições de capacidade de campo.

possui acesso restrito ao sistema, os demais são cadastrados na tabela *Usuario*, com seu respectivo *login* e senha, e possuem acesso irrestrito a determinados menus. Tais menus são habilitados automaticamente pelo sistema, após a identificação do usuário. A Fig. 2 mostra a página principal do sistema, acessada por todos os usuários via Internet.

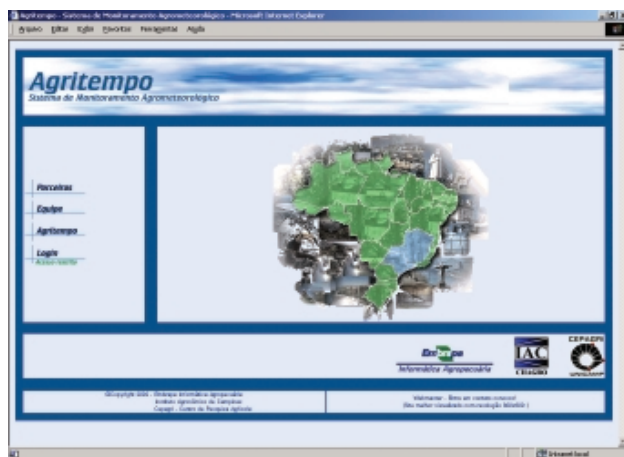


Fig. 2. Página principal do sistema Agritempo 1.0.

Os 5 tipos de usuários do sistema são:

- **Visitante:** usuário qualquer que acessa o sistema pela Internet e não possui vínculo com nenhuma instituição parceira do projeto. Este usuário tem acesso ao último boletim e respectivos mapas gerados para cada Estado. A ele também é permitido fazer uma pesquisa em dados meteorológicos para um determinado Estado, onde serão retornados no máximo as 10 últimas ocorrências do resultado da pesquisa. O usuário escolhe o Estado a ser acessado através do mapa disponível na página principal do sistema (Fig. 2). A Fig.3 mostra a página disponível para o usuário após acessar o *link* referente ao Estado de Minas Gerais;
- **Estação:** responsável pela entrada de dados de uma determinada estação meteorológica pertencente a uma instituição cadastrada no sistema. A este tipo de usuário é permitido inserir e visualizar os dados climáticos pertencentes à sua estação e alterar sua senha;
- **Instituição:** responsável por todas as estações pertencentes a uma determinada instituição. Este usuário pode cadastrar e alterar as estações pertencentes à instituição, visualizar e alterar os dados de todas as estações, gerar boletins e mapas com base nos dados climáticos de suas estações, fazer *upload* e *download* de arquivos de dados climáticos e alterar sua senha. Também é permitido realizar pesquisa sobre todos os

dados do banco, mas será retornado apenas o equivalente a 1 ano de dados para não degradar o sistema. Para a instituição IAC, após a autenticação do usuário o cabeçalho do sistema é alterado para “Ciiagro Web”, numa referência ao sistema Ciiagro (IAC, 1998) amplamente utilizado nesta instituição. Aparecem também as logomarcas das instituições proprietárias dos dados.

- **Estado:** responsável pela geração de boletins e mapas para um determinado Estado. Na geração dos boletins são utilizados os dados de todas as estações localizadas no Estado, independente a qual instituição pertençam. Entretanto, este tipo de usuário não tem acesso direto aos dados da instituição. Ele pode também visualizar todos os boletins e mapas gerados no sistema e alterar sua senha;
- **Nacional:** visualiza os boletins e mapas gerados pelos usuários do perfil *Estado* e altera sua senha.

Deve-se ressaltar que o usuário com o perfil *Instituição* é o que possui atuação mais ampla no sistema. Aos demais é permitido um subconjunto das ações realizadas por este perfil.

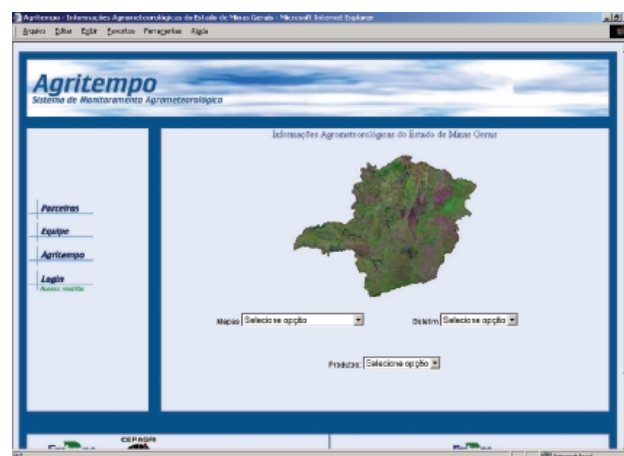


Fig. 3. Página acessada pelo usuário do tipo *Visitante* relativa ao Estado de Minas Gerais.

Ações do Perfil *Instituição*

Na página principal (Fig. 2), o usuário deve escolher o *link* de Acesso restrito, quando lhe será apresentada uma tela para informar seu *login* e *senha*. A partir daí o sistema automaticamente identifica o perfil do usuário e habilita todos os menus de acesso aos produtos, conforme mostrado na Fig. 4.



Fig. 4. Página com acesso a todos os produtos do sistema para o usuário IAC.

Acesso a dados - Estação

Ao acessar este menu, o sistema faz uma busca no banco e lista para o usuário todas as estações meteorológicas da instituição que possuem dados no banco, com respectivos nome, município e valores de latitude e longitude. A Fig. 5 mostra a página referente à instituição IAC. O nome da estação é apresentado com um [link](#) para os dados sobre a estação cadastrada, sendo habilitado os botões *Alterar*, *Remover*, *Pesquisar* e *Voltar*.

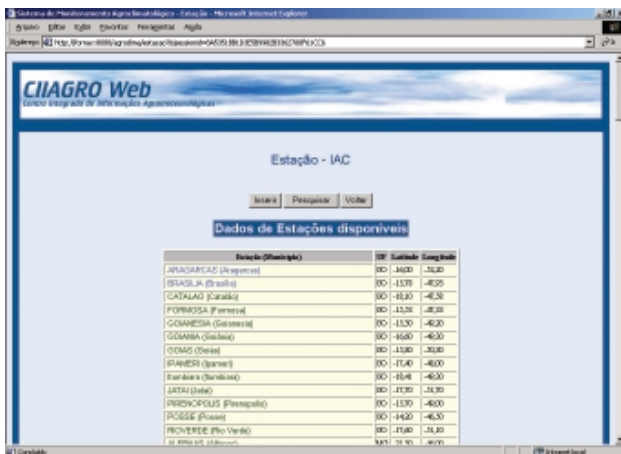


Fig. 5. Página mostrada pelo menu Acesso a dados – Estação, para a instituição IAC.

Acesso a dados - Meteorológicos

Ao acessar este menu, o sistema faz uma busca no banco e lista para o usuário o nome das estações, município, unidade da federação, latitude, longitude e datas inicial e final do conjunto de dados disponíveis no banco. A Fig. 6 mostra a página referente à instituição IAC. O nome da estação é apresentado com

um [link](#) para um novo formulário onde o usuário informa o período de tempo para o qual ele quer visualizar os dados. A partir daí é possível remover ou alterar o registro no banco. A opção *Pesquisar* também mostra-se habilitada para o usuário.

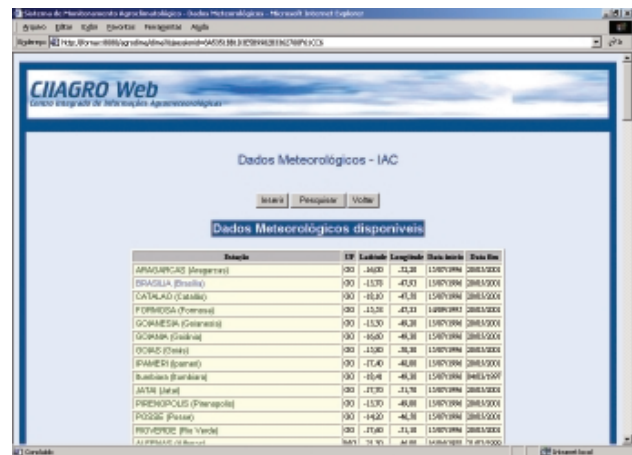


Fig. 6. Página mostrada pelo menu Acesso a dados – Meteorológicos, para a instituição IAC.

Visualização de mapas

Através deste menu o usuário tem acesso a todos os mapas já gerados na execução dos boletins Resumido 1 e Balanço Hídrico, que estão armazenados num diretório exclusivo da instituição, na máquina servidora da aplicação. O usuário escolhe qual tipo de mapa quer visualizar. Com relação ao boletim Resumido 1 são gerados os mapas de: estiagem agrícola, estiagem climatológica, porcentagem de água disponível no solo, necessidade de irrigação, condição de manejo, condição para aplicação de defensivos, condição para colheita, temperatura máxima absoluta, temperatura mínima absoluta, temperatura máxima média, temperatura mínima média e temperatura média, evapotranspiração potencial, precipitação no período, precipitação mensal, dias com chuva no mês. Para o boletim Balanço Hídrico, encontram-se disponíveis os mapas de: temperatura média, precipitação, armazenamento máximo de água, evapotranspiração real, deficiência hídrica, excedente hídrico, condições para manejo do solo e condições de desenvolvimento vegetal.

Após a escolha do tipo, o sistema lista os nomes (período do ano ao qual corresponde) dos mapas em forma de um link de acesso à figura correspondente. Atualmente o formato dos mapas é do tipo GIF, mas deve-se em breve tê-los no formato JPEG.

A Fig. 7 mostra o mapa de estiagem agrícola gerado pelo sistema para o Estado de São Paulo no período de 10 a 13 de dezembro de 2001.

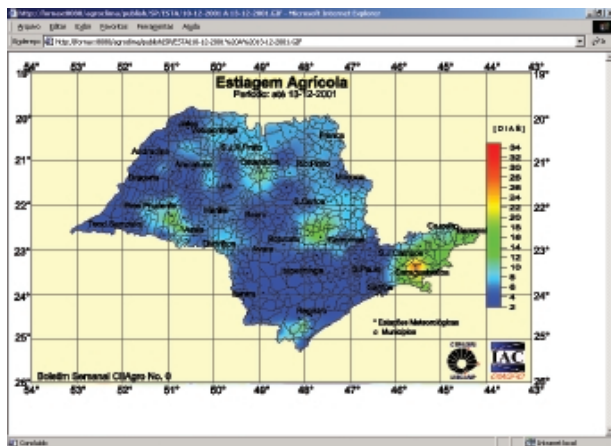


Fig. 7. Mapa de estiagem agrícola para São Paulo entre 10 e 13 de dezembro de 2001.

Geração de boletins – Resumido 1

A Fig. 8 mostra o formulário de entrada de dados com as informações necessárias à execução do boletim do tipo Resumido 1.

O sistema automaticamente habilita a lista de unidades da federação e respectivas estações pertencentes à instituição. O usuário pode determinar que o boletim deve ser gerado para todas as estações daquele Estado. Ele deve informar qual a data inicial e o número de dias do período a ser analisado, além de fornecer uma estimativa sobre a previsão do tempo para o período (bom, chuvoso, nublado ou vento) e se deseja a geração automática de mapas (sim ou não).

Fig. 8. Formulário de entrada de dados para geração do boletim Resumido 1.

Após tais informações, o sistema verifica se já foi gerado e armazenado um boletim para o mesmo período. Em caso afirmativo, ele pergunta ao usuário se deseja regerar outro ou recuperar o já existente. Então é mostrada uma nova página HTML, com as seguintes informações:

- títulos padronizados pela instituição;
- campos de edição para o agrometeorologista incluir comentários sobre disponibilidade hídrica e desenvolvimento de culturas no período em análise;
- tabela 1 informando, para cada estação meteorológica, os valores de dias sem chuva acima de 0 mm (estiagem climatológica), dias sem chuva acima de 10 mm (estiagem agrícola), disponibilidade atual de água no solo (mm), reposição necessária por chuva (mm), necessidade de irrigação (sim ou não), condições de manejo, de aplicação de defensivo e de colheita (favorável, desfavorável, razoável ou crítica);
- tabela 2, contendo, para cada estação meteorológica, os valores de temperaturas máximas e mínimas absolutas e médias, temperatura média, evapotranspiração potencial (mm), precipitação no período (mm), precipitação mensal (mm) e dias com chuva no mês;
- links nas colunas das tabelas para os respectivos mapas, caso o usuário tenha selecionado a opção para geração de mapas;
- links nos nomes das estações (linhas das tabelas) para gráficos de temperaturas, precipitação e disponibilidade atual de água no solo;
- campo de edição para comentários sobre a possibilidade de ocorrência de fenômenos adversos;
- campos de edição para comentários sobre previsão do tempo e tendências para os próximos 2 dias.

Ao final da página o usuário tem disponível o botão *Salvar Boletim*.

O *Agritempo 1.0* possui um diferencial no que se refere ao cálculo preciso da ETP (Camargo, 1971), pois faz uso da tabela *Radiacao*, que contém valores da radiação solar incidente em superfície horizontal acima da atmosfera, em milímetros de evaporação equivalente, no dia 15 de cada mês, para diferentes latitudes (Camargo, 1978). Para cada estação meteorológica, o sistema verifica sua latitude e acessa o valor referente à radiação solar referente ao mês do ano em análise. A evapotranspiração potencial (ETP) é dada por:

$$ETP = Q_0 \cdot t \cdot k \cdot d,$$

onde:

Q_0 : radiação solar extraterrestre (mm), cujos valores estão armazenados na tabela *Radiacao*;

t : temperatura média do ar (°C) no período em análise;

k : constante equivalente a $0,01 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ d}^{-1}$;

d : número de dias no período.

O sistema se encarrega de executar um processo em linguagem Java™ que preenche o campo DAAS (disponibilidade atual de água no solo) da tabela *ClimaDia*, com base nos valores da precipitação e evapotranspiração potencial diária. Tal processo deve ser executado sempre que um novo dado climático é inserido no banco, pois no momento da execução do boletim é assumido que os valores referentes ao DAAS foram previamente calculados. Caso contrário, as linhas das tabelas 1 e 2 referentes à estação que não teve o valor do DAAS encontrado aparecem vazias.

Um outro diferencial do sistema é a geração de gráficos de temperatura máxima, mínima e média, precipitação e disponibilidade atual de água no solo (DAAS). Os nomes das estações na tabela 1 do boletim aparecem como *links* para os gráficos, gerados sob demanda. Ao acessar um desses *links*, uma nova *servlet* é executada no servidor, responsável por preparar os dados do período em execução e invocar uma *applet*¹⁰ (Sun Microsystems, 2002a) específica para a geração dos gráficos, que são mostrados numa nova página HTML. A Fig. 9 mostra os gráficos de temperaturas para a estação meteorológica de Campinas, para o mês de dezembro de 2001.

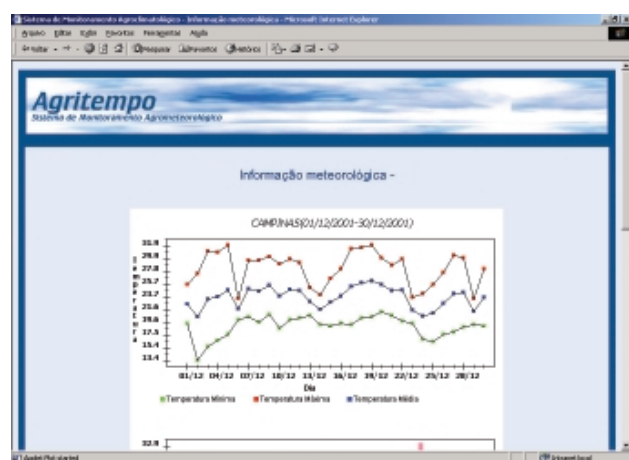


Fig. 9. Gráficos de temperatura média para Campinas, no mês de dezembro de 2001.

Geração de boletins – Balanço hídrico

A Fig. 10 mostra o formulário de entrada de dados com as informações necessárias à execução do boletim do tipo Balanço Hídrico.

Como para o Resumido 1, o sistema automaticamente habilita a lista de unidades da federação e respectivas

estações pertencentes à instituição. O usuário pode determinar que o boletim deve ser gerado para todas as estações daquele Estado. Ele deve informar qual a data inicial e o número de dias do período a ser analisado (5, 7, 10, 15 ou 30 dias), qual a capacidade de campo a ser considerada nos cálculos (50, 75, 100, 125 ou 150 mm) e se deseja a geração automática de mapas (sim ou não).

Fig. 10. Formulário de entrada de dados para geração do boletim Balanço Hídrico.

Como este tipo de boletim não possui campos de edição, um novo boletim sempre é gerado, mesmo que já exista um boletim para o mesmo período armazenado na servidora de aplicações. Em seguida é mostrada uma nova página HTML, com as seguintes informações:

- títulos padronizados pela instituição;
- tabela informando, para cada estação meteorológica, os valores da temperatura média no período, precipitação (mm), armazenamento máximo de água no solo (mm), evapotranspiração real (mm), deficiência hídrica (mm), excedente hídrico (mm) e condições para manejo do solo e desenvolvimento vegetal (favorável, desfavorável, razoável ou crítica);
- *links* nas colunas da tabela para os respectivos mapas, caso o usuário tenha selecionado a opção para geração de mapas.

Ao final da página o usuário tem disponível o botão *Salvar Boletim*.

O algoritmo utilizado nos cálculos apresentados pelo boletim Balanço Hídrico foi baseado no trabalho de Bergamaschi (1992), que segue o método de Thornthwaite & Mather (1955).

Para que a execução do boletim seja rápida e eficiente, dois processos em linguagem Java™ são executados

¹⁰ *Applet* são programas, que podem ser escritos em linguagem Java, executados no navegador do usuário do sistema.

periodicamente pelo sistema, sempre que um novo dado climático é inserido no banco. O primeiro refere-se ao DAAS, como descrito para o boletim Resumido 1. O segundo preenche na tabela *ClimaDia* os campos referentes ao armazenamento de água (por exemplo, ARM50) e negativo acumulado diário¹¹ (por exemplo, NEG50), a partir do dia em que a disponibilidade atual de água é nula (solo vazio), para cada possível capacidade de campo (50, 75, 100, 125 ou 150 mm), segundo Thornthwaite & Mather (1955). Se algum destes campos não estiver preenchido para o período solicitado, a linha da tabela referente à estação aparece vazia.

A solução para o cálculo do balanço hídrico a partir do solo vazio (DAAS = 0) é inédita e encontra-se em processo de validação. Os algoritmos encontrados na literatura partem do solo cheio (estação chuvosa), o que tornaria o processo lento, pois todos os cálculos do algoritmo necessitariam serem refeitos em tempo de execução, para cada valor de capacidade de campo escolhido pelo usuário.

Semelhante ao menu “Visualização de mapas”, tem-se o menu “Visualização de boletins” para permitir a recuperação dos boletins Resumido 1 e Balanço Hídrico previamente gerados e armazenados na servidora da aplicação.

Pesquisa e gráficos

O usuário pode acessar, a partir do menu *Utilitários*, a execução de gráficos de temperatura, precipitação e DAAS, relativos ao resultado de uma determinada pesquisa sobre dados meteorológicos, de forma semelhante aos gráficos gerados na execução do boletim Resumido 1 (Figura 9). O sistema fornece uma tela para que o usuário informe a unidade da federação, nome da estação e período de tempo para o qual os gráficos devem ser gerados.

Alteração de senha

Ao acessar a opção para alteração de senha, disponível no menu *Utilitários*, o sistema apresenta uma nova página para que o usuário forneça sua nova senha. Automaticamente o campo *senha* da tabela *Usuario* é atualizado no banco de dados do sistema.

Upload de arquivos

Através da opção para *upload* de arquivos, disponível no menu *Utilitários*, o usuário envia os arquivos de dados meteorológicos em lote de seu computador para um diretório apropriado na servidora de aplicações.

Estes arquivos são enviados posteriormente ao banco de dados do sistema através de um processo de migração de dados (Romani et al., 2002).

Comentários Finais

O uso da tecnologia Java™ Servlet 2.3 mostrou-se eficiente na implementação do sistema Agritempo 1.0, permitindo fácil alteração no código fonte (linguagem Java™) da aplicação. Durante o processo de desenvolvimento verificou-se a necessidade de otimização do número de acessos ao banco de dados (Oracle 8i), pois este aspecto é determinante para a performance do sistema. Entretanto, o Oracle mostrou-se eficiente e rápido na realização das pesquisas, mesmo considerando um volume grande de dados. Atualmente o sistema possui 10 anos de dados diários de cerca de 120 estações meteorológicas do IAC e 2 anos de dados horários de cerca de 40 estações da CEMIG.

Visando alta performance, procurou-se também o desenvolvimento de páginas HTML com um visual agradável e leve, sem a utilização de recursos gráficos que pudessem comprometer a velocidade de acesso ao sistema.

O modelo de dados especificado com o ERwin 3.5 mostrou-se bastante adequado, permitindo a inclusão dos dados de novos Estados e instituições, sem a necessidade de alterações.

A utilização da versão 6.04 do Surfer para geração de mapas em tempo de execução mostrou-se viável. Além da rapidez na execução, a linguagem dos *scripts* construídos é de fácil aprendizado.

Pode-se afirmar que o Agritempo 1.0 é um sistema robusto, que utiliza recursos de informática bastante atuais e permite um grande avanço no que se refere à facilidade de acesso às informações meteorológicas e agrometeorológicas de diversos municípios e Estados brasileiros, por meio de boletins agrometeorológicos, mapas, gráficos e pesquisa a dados.

Agradecimentos

A equipe da Embrapa Informática Agropecuária agradece a importante participação dos Pesquisadores do Cepagri/Unicamp e Ciiagro/IAC, cujas contribuições foram fundamentais para a concepção e conclusão da versão 1.0 do sistema Agritempo.

Referências Bibliográficas

APACHE SOFTWARE FOUNDATION. **The Apache Jakarta Project:** The Jakarta site - Apache Tomcat. Disponível em: <<http://jakarta.apache.org/tomcat/>>. Acesso em: dez. 2002.

¹¹ Representa a perda potencial de água que pode ocorrer em virtude da precipitação não atender a demanda imposta pela evapotranspiração (Bergamaschi, 1992).

BERGAMASCHI, H. (Coord.). **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: Ed. Universidade – UFRGS, 1992. 125 p.

CAMARGO, A. P. de. **Balanço hídrico no Estado de São Paulo**. 3. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1971. 24 p. (IAC. Boletim, 116).

CAMARGO, A. P. de. **Balanço hídrico no Estado de São Paulo**. 4. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1978. 28 p. (IAC. Boletim, 116).

EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA. **Agritempo - Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**. [Campinas]: Embrapa Informática Agropecuária: IAC: Cepagri/Unicamp, 2002a. Disponível em: <<http://fornax.cnptia.embrapa.br:8080/agroclima>>. Acesso em: nov. 2002. Acesso restrito.

EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA. **Agritempo - Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**. [Campinas]: Embrapa Informática Agropecuária: IAC: Cepagri/Unicamp, 2002b. Disponível em: <<http://sextans.cnptia.embrapa.br:8080/clima>>. Acesso em: nov. 2002. Acesso restrito.

EXTREME PROGRAMMING. **Extreme programming: a gentle introduction**. Disponível em: <<http://www.extremeprogramming.org>>. Acesso em: nov. 2002.

FRASSETTO, S. T.; ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; BRUNINI, O.; RODRIGUES, L. H. A. **Desenvolvimento e evolução de um sistema de monitoramento agroclimatológico para o Estado de São Paulo**. [Campinas]: Embrapa Informática Agropecuária, 2002. 16p. (Embrapa. Programa 12 – Automação Agropecuária. Projeto 12.2002.310). Projeto em andamento.

GOLDEN SOFTWARE. **Surface Mapping System: Surfer (Win32)**, version 6.04. Golden, 1997. Software.

IAC. Seção de Climatologia Agrícola. CIIAgro. **Procedimentos para elaboração dos boletins do Sistema CIIAgro**. [Campinas, 1998]. 22 p.

LOGIC WORKS. **Erwin/ERX 3.5**. [S. l.], 1998. Software.

OBJECT MANAGEMENT GROUP. **UML - Unified Modeling Language**. Disponível em: <<http://www.uml.org/>>. Acesso em: nov. 2002.

ORACLE CORPORATION. **Oracle 8i - Internet - Oracle Technology Network**. Disponível em: <<http://otn.oracle.com/products/oracle8i/content.html>>. Acesso em: 12 dez. 2002.

REDE NACIONAL DE AGROMETEOROLOGIA (Brasil). **Rede Nacional de Agrometeorologia [home page]**. Disponível em: <<http://masrv54.agricultura.gov.br/rna/>>. Acesso em: nov. 2002.

ROMANI, L. A S.; SANTOS, E. H. dos; MONTAGNER, A. J. **Processo de migração de dados meteorológicos para o banco de dados do sistema Agritempo**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2002. 15 p. (Embrapa Informática Agropecuária. Comunicado Técnico). No prelo.

SUN MICROSYSTEMS. **Applets**. Disponível em: <<http://java.sun.com/applets/>>. Acesso em: 12 dez. 2002a.

SUN MICROSYSTEMS. **Java servlet technology**. Disponível em: <<http://java.sun.com/products/servlet/>>. Acesso em: 12 set. 2002b.

SUN MICROSYSTEMS. **The source for Java technology**. Disponível em: <<http://java.sun.com/>>. Acesso em: 10 dez. 2002c.

THORNTWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology, v. 8, n. 1).

Comunicado Técnico, 29

**Embrapa Informática Agropecuária
Área de Comunicação e Negócios (ACN)**
Av. André Tosello, 209
Cidade Universitária - "Zeferino Vaz"
Barão Geraldo - Caixa Postal 6041
13083-970 - Campinas, SP
Telefone (19) 3789-5743 - Fax (19) 3289-9594
e-mail: sac@cnptia.embrapa.br

1ª edição
2002 - on-line
Todos os direitos reservados

Comitê de Publicações

Presidente: José Ruy Porto de Carvalho
Membros efetivos: Amarindo Fausto Soares, Ivanilde Dispatto, Luciana Alvim Santos Romani, Marcia Izabel Fugisawa Souza, Suzilei Almeida Carneiro
Suplentes: Adriana Delfino dos Santos, Fábio Cesar da Silva, João Francisco Gonçalves Antunes, Maria Angélica de Andrade Leite, Moacir Pedroso Júnior

Expediente

Supervisor editorial: Ivanilde Dispatto
Normalização bibliográfica: Marcia Izabel Fugisawa Souza
Capa: Intermídia Publicações Científicas
Editoração Eletrônica: Intermídia Publicações Científicas